

---

## **Пристрої та системи радіозв'язку, радіолокації, радіонавігації**

---

16. Ципоренко В.В. Принципи побудови ширококутового кореляційного цифрового радіопеленгатора / В.В. Ципоренко, М.В. Коваленко, В.Г. Ципоренко // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – Житомир: ЖДТУ, 2006. – № 4(39). – С. 36-43.

*Ципоренко В.В. Метод кореляційно-інтерферометричного радіопеленгування з дисперсійною обробкою взаємних спектрів сигналів. Розроблено цифровий метод дисперсійно-кореляційного радіопеленгування, який відрізняється прямим визначенням затримки сигналу та відповідного напрямку на джерело радіовипромінювання. Виконано порівняльний аналіз швидкодії та точності розробленого методу.*

**Ключові слова:** цифровий спектральний аналіз, спектральне дисперсійно-кореляційне пеленгування, безпошукове визначення пеленгу.

*Цыпоренко В.В. Метод корреляционно-интерферометрического радиопеленгования с дисперсионной обработкой взаимных спектров сигналов. Разработан цифровой метод дисперсионно-корреляционного радиопеленгования, который отличается прямым определением задержки сигнала и соответствующего направления на источник радиополучения. Проведен сравнительный анализ скорости и точности разработанного метода.*

**Ключевые слова:** цифровой спектральный анализ, спектральное дисперсионно-корреляционное пеленгование, безпоисковое определение пеленга.

*Tsyyporenko V.V. Correlation-interferometr method of DF with dispersion transformation of complex cross spectrum of signals. To digital method of dispersion cross-correlation DF which differs of subsequent direct determination of delay and proper direction to the source of radio radiation is developed. The compare analyze of fast-acting and error of developed method is executed.*

**Keywords:** digital spectrology, digital spectral cross-correlation DF, without searching determination of radio direction.

УДК 621.39

## **РОЗПОДІЛ ПОТУЖНОСТІ СИГНАЛІВ НА ВХОДІ ПРИЙМАЧА ВИСОТНОЇ АЕРОПЛАТФОРМИ**

**Бичковський В.О, Реутська Ю.Ю.**

Протягом останніх десятиріч простежується тенденція широкого використання аеростатичних літальних апаратів (АЛА) як висотних платформ для розміщення радіоретрансляційної апаратури. Привабливість АЛА зумовлена значною кількістю факторів, серед яких насамперед треба визначити їх економічність, ефективність та живучість. Сучасний рівень науки і техніки суттєво розширив можливості використання АЛА як у тропосфері, так і стратосфері, що відкриває нові перспективи у забезпеченні високоякісних телекомунікаційних послуг [1].

Для організації ефективного інформаційного обміну між абонентськими станціями (АС) через аеростатну ретрансляційну станцію (АРС) необхідно

знати щільність ймовірності потужності сигналу або амплітуди сигналу [2]. Для деяких випадків розміщення наземних станцій вона є відомою [3,4]. Розв'язання аналогічної задачі для систем з висотними аероплатформами на базі АЛА є актуальним та має практичну спрямованість.

### **Теоретичні викладки**

Розглянемо типову ситуацію, коли АЛА розміщено на висоті  $h$ , що дає можливість обслуговувати АС, які рівномірно розташовано у межах кільця від  $r_{\min}$  до  $r_{\max}$  (див. рис.1).

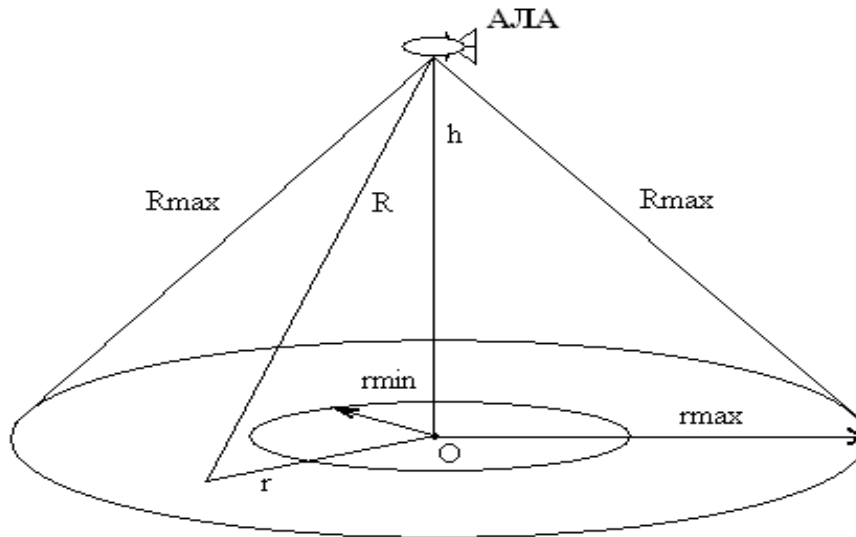


Рис.1

Потужність сигналу на вході приймача АЛА визначається із формули

$$P = \frac{G_1 G_2 \eta_1 \eta_2 P_0 \lambda^2}{(4\pi)^2 R^2}, \quad (1)$$

де  $P_0$  - потужності передавачів АС;  $\lambda$  - довжина хвилі;  $G_1, G_2$  - коефіцієнти підсилення антен;  $\eta_1, \eta_2$  - коефіцієнти корисної дії антено – фідерних трактів;  $R$  - відстань від АС до АЛА.

Введемо параметр  $K_1 = G_1 G_2 \eta_1 \eta_2 \lambda^2 / (4\pi)^2$ . Тоді рівняння (1) приймає наступний вигляд:

$$P = \frac{K_1 P_0}{R^2}. \quad (2)$$

Щільність ймовірності відстаней  $r$  від наземних АС до точки  $O$  є відомою [3]. Вона записується таким чином:

$$W_{lr}(r) = \frac{2r}{r_{\max}^2 - r_{\min}^2}. \quad (3)$$

Відстань від будь-якої АС до АРС визначається із рівняння  $R^2 = r^2 + h^2$ :

$$r = \sqrt{R^2 - h^2}. \quad (4)$$

Визначимо щільність ймовірності відстаней  $W_1(R)$ . Для розв'язання цієї задачі прийнемо до уваги, що  $W_{1r}(r)dr = W_1(R)dR$ . Таким чином,

$$W_1(R) = W_{1r}(r) \left| \frac{dr}{dR} \right|. \quad (5)$$

На підставі формул (3) – (5) визначаємо

$$W_1(R) = \frac{2R}{R_{\max}^2 - R_{\min}^2}. \quad (6)$$

Прийнемо до уваги рівняння (2) та запишемо

$$R = \sqrt{\frac{K_1 P_0}{P}}. \quad (7)$$

Визначимо щільність ймовірності потужності сигналу на вході приймача АРС, прийнявши до уваги, що  $W_{1P}(P)dP = W_1(R)dR$ :

$$W_{1P}(P) = W_1(R) \left| \frac{dR}{dP} \right|. \quad (8)$$

На підставі формул (6) – (8), визначаємо

$$W_{1P}(P) = \frac{DP_{\min}}{(D-1)P^2}, \quad (9)$$

де  $D = P_{\max} / P_{\min}$ .

Введемо величину  $b = P / P_{\min}$  та прийнемо до уваги, що  $W_{1b}(b)db = W_{1P}(P)dP$ . Тоді щільність ймовірності перевищення потужності сигналу його мінімального значення

$$W_{1P}(b) = \frac{D}{(D-1)b^2}. \quad (10)$$

В ситуації, коли  $r_{\min} = 0$ , тобто наземні АС розміщуються в межах кола:

$$W_{1r}(r) = \frac{2r}{r_{\max}^2}, \quad W_1(R) = \frac{2R}{R_{\max}^2 - h^2}, \quad \text{де } P_{\max} = K_1 P_0 / h^2.$$

### **Висновки**

Отримані результати є дуже важливими для розрахунків ефективного інформаційного обміну між АС через АРС, а саме визначення щільності ймовірності потужності сигналу на вході приймача через протиставлення щільності ймовірності відстаней  $W_1(R)$ . В даному випадку розглянуто ситуацію інформаційного обміну без врахування втрат потужності сигналу завдяки багатопроминевості, тому є основою для більш детального аналізу інформаційного обміну в системах з АРС.

### **Література**

1. Ильченко М.Е., Кравчук С.А. Телекоммуникационные системы на основе высотных аэроплатформ. – К.: Наукова думка. – 2008. – 580с.
2. Введение в теорию проектирования асинхронных импульсных радиосистем/ Романов И.М., Нежметдинов Т.К., Кобчиков А.В., и др. М.: Сов. Радио. – 1971. – 192с.
3. Лившиц А.Р., Биленко А.П. Многоканальные асинхронные системы передачи информации. – М.: Связь. – 1974. – 232с.

4. Бичковський В.О., Реутська Ю.Ю.. Статистичні характеристики співвідношень завад та сигналів від дистанційно розміщених об'єктів // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. – Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2009 - Вип. 39. – с. 32-35.

*Бичковський В.О., Реутська Ю.Ю. Розподіл потужності сигналів на вході приймача висотної аероплатформи. Розглянуто методику визначення щільності ймовірності потужності сигналу на вході приймача для організації ефективного інформаційного обміну між абонентськими станціями через аеростатну ретрансляційну станцію, що розташована на аеростатичному літальному апараті.*

**Ключові слова:** аероплатформа, потужність сигналу, щільність ймовірності.

*Бычковский В.А., Реутская Ю.Ю. Распределение мощности сигналов на входе приемника высотной аэроплатформы. Рассмотрена методика определения плотности вероятности мощности сигнала на входе приемника для организации эффективного информационного обмена между аэростатными станциями через аэростатную ретрансляционную станцию, расположенную на аэростатическом летательном аппарате.*

**Ключевые слова:** аероплатформа, мощность сигнала, плотность вероятности.

*Bychkovsky V.A., Reutskaya J.U. Distributing of power of signals on the entrance of receiver of height aerial platform. The method of determination of probability density of power of signal is considered on the entrance of receiver for organization of effective informative exchange between telephone subscriber stations through balloon retransmitting station, located on airship.*

**Key words:** aerial platform, distributing of power of signal, probability density.

УДК 621.396.218

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛА ПОВОРОТА ПРИ НАЛОЖЕНИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СМЕШАННОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ**

**Мачнев А.М.**

При совмещении изображений возникает задача определения угла поворота  $\alpha$  одного изображения относительно другого. Для оценки угла  $\alpha$  используются как корреляционные методы (поисковые) с преобразованием исходного изображения в полярную систему координат [1,2], так и беспойсковые методы, основанные на оценке малых параметров линеаризованного представления повернутого изображения [3,4,5]. Достоинством беспойсковых алгоритмов являются незначительные вычислительные затраты. Однако точность их алгоритмов зависит от вида функции, описывающей яркость (амплитуду) изображения [4]. В тех случаях, когда функция является широкополосной, приемлемая точность обеспечивается лишь при малых значениях угла поворота  $\alpha$ . Поэтому актуальной задачей является синтез алгоритмов беспойскового типа, позволяющих расширить диапазон углов поворота, обеспечив при этом требуемую точность оценки. Следует